やぶにらみ真空管アンプ論とその実践

6GB8 プッシュプル・パワー・アンプを作る

小倉浩一

始めに

3極管の良さを十分に認めながらも，すでに管種が限られ，しかも直熱型が主流？ であるためか，今後の展望はそれほどには大きく開けないのではないか？ と危惧しております．

4極管の技術資料では“遠慮がちに”3極管接続動作が巻末に記載されていますが，見れば，ひずみ率が多少は良さそうだくらいに思っても，あまりにも出力格差が大きく，さりとて並列接続にするほどの理由もなかったという事で無視したようには思います．それならば“もっと大型の”4極管を“もっと”採用したらどうか，というのが筆者の考え・提案です．

4極管の3結使用は，オルソン氏のアンプやウィリアムソン氏のアンプなどが口火を切った（アイデア？か，どうかですが）といっても良く，前者は並列接続で増力しながらも，無帰還のスネ者，後者が本流になったとはいえ，今では，何も新しい発想でないことは承知しています．

しかしながら，関連するタマとしての問題を改めて洗い直しておくことも大切では，と思い立った次第です．4極管は管種数（当分は補給も）に不足はなく，選択肢が増え，新しい構想や試みが期待できると思うのですが………ご賛同をいただければ幸甚です．

4，5極管の3結ということ

1．序　論

3極管の至らぬところを改善する目的で開発された4，5極管は能率の良さ，傍熱型（等電位）カソードの採用路線に乗って，破竹の進歩とはなりました．それをここでは，3極管に戻ろう？ というのですから，4極管として先行した設計条件を引きずった3極管を扱うことになり，諸般の考察が必要と考えます．

第1表に大形3極管をベンチマークで加え，比較的ポピュラーな4極管の3結動作例を抜粋してあります．**第1表**での動作例（発表，実測が混在）では，バイアス方式による差し引きもカウントせねばなりませんが，まずは低い陽極能率 n＝Po/Pi に気が付きます．そして，タマによって 20〜40％にも至る，大きな差があることもわかります．

陽極能率で 25％であると言う事は，出力 Po＝10 W を仮定すれば，入力 Pi＝40 W，損失 Pp は無慮 30 W となります．20％ならば，同じ論法で，夫々50 W，40 W となりますから，並のタマでは 10 W 対応すら難しいことになります．もしも，**Po＝20 W 欲しいとしたら，全てが，半端な数字では収まらないことが容易に理解できましょう．これが，最初に認識すべきことです．**

手元資料として参考までに，**第1図**は実用的な曲線 Po vs Pp：欲しい Po と，それに必要な Pp の相関です．

第2図に計算値 Pp/P　vs　Po/Pi＝n(陽極能率)（いずれも電極数に関

管名 ＼ 項目	6CA7	6GB8	KT-90	F2a-11	8045G	6336A	KT88	6550A
Eb (vdc)	400	380	400	425	500	200	400/485	450
Ec (vdc)	Rk= 220Ω	Rk= 100Ω	48	Rk= 300Ω	100	58	40/50 2Rk≒ 525Ω	48
Ibo (mAdc)	130	188	80	130	160	220	152/186	150
Ibm (mAdc)	142	204	130	146	300	—	160/202	265
eg(v) (p−p)	44 rms	14.3 rms	96	80	142？ Pp	110	78/114？	96
Zp (kΩ)	5	3.5	5	5	3.6	5	4	4
Po (W)	16.5	18.5	19.5	20	60	15.5	17/31	31
Ppm(W)	20.1	29.5	16.2	21	45	14.8	23/33.5	44.1*
KF (%)	3.0	2.5	0.3	—	2.5	1.0	1.5/1.5	
DF			2.5	—	16	—	—	—
n (%) = Po/Pi	29.0	23.8	26.7	32.0	40.0	35.0	27/32	25.4
増幅率 u	11 g1-g2	15 g1-g2	8〜9 実測	17 実測	4.5	2〜3.4	8 実測	8
Pp (W) 最大定格	27.5 信号時	35	50	30	45	30×2	35	42
Ec2(vdc) 最大定格	500	400	600	425	550	400 (Eb)	600	440
参照	日立 資料	東芝 資料	Ei資料 筆者 試作例	筆者 試作例 (旧)	ラックス 資料 (1970)	筆者 実測 (旧)	GEC 資料 2例	筆者 試作例 (中間)

〈第1表〉
動作例の抜粋
(大型4/5極管3結と大型3極管)

TOP陽極型は一般に（一部送信管を除き）Ec2最大定格が低いため、Ebが律足される。
Ec2の最大定格が400V無ければ、Piが確保できにくい。いずれも3結不適要因。

係なく，入出力システム一般則であることにご注意下さい）を掲げておきます．

nを左右する大きな要因の一つは，陽極電圧の利用率(ep/Eb)です．これによる能力の評価を目的にしてEc＝0での陽極特性（動作曲線でのP点対応の軌跡）（筆者の実測）をプロットして見たのが**第3図**です．

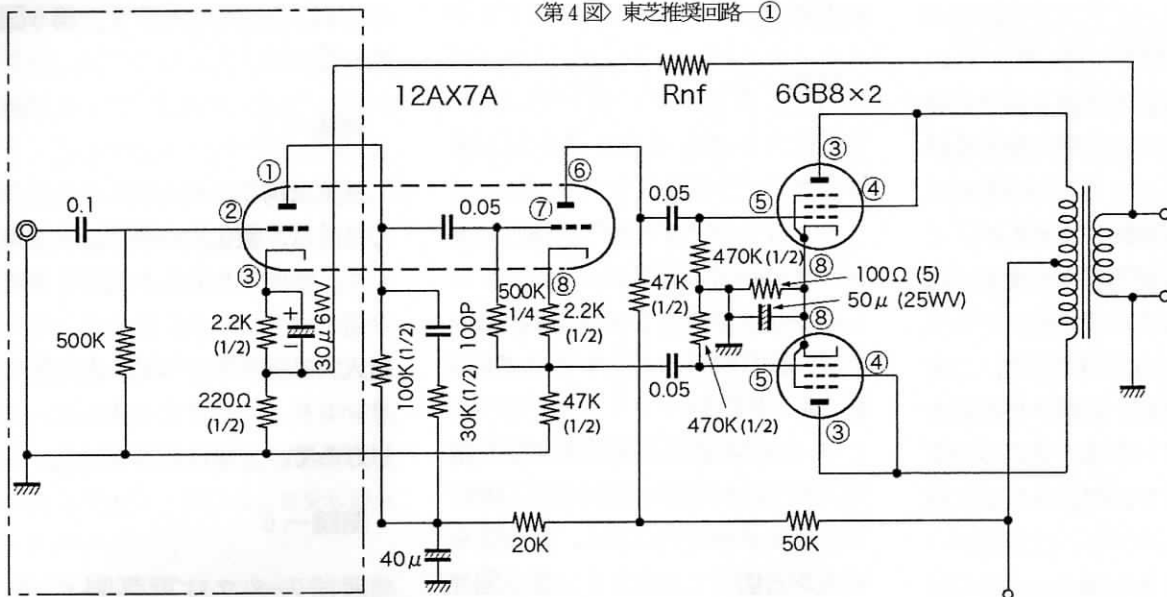
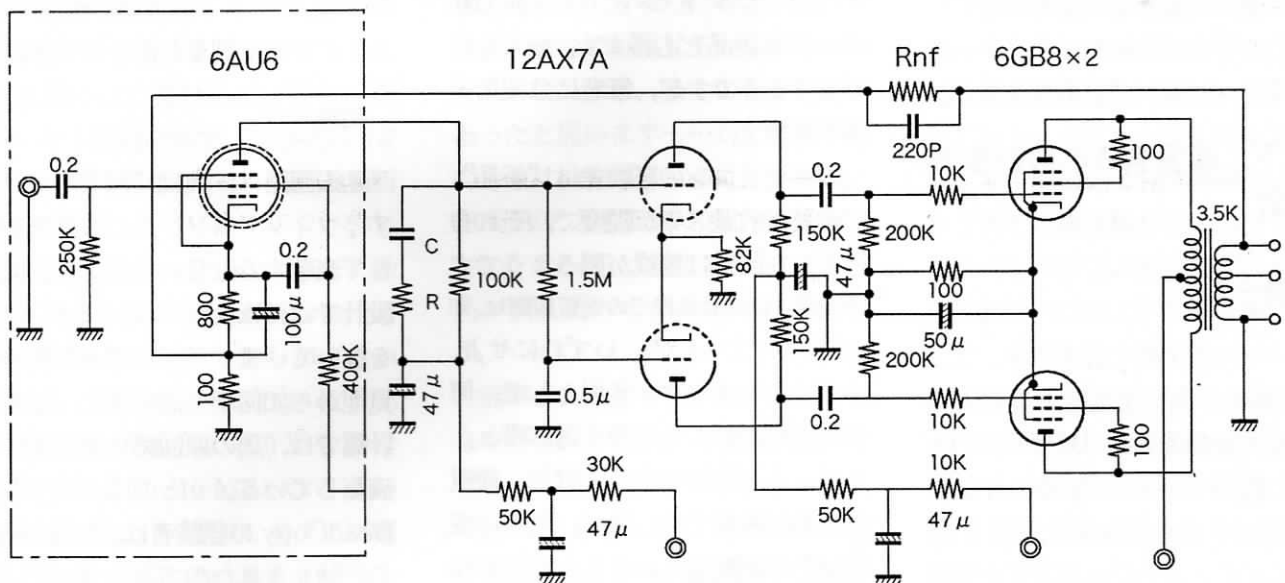
タマにより，大きな違いのあることが明確ですし，3グループくらいに仕分けが出来そうに見えます．

この表の背後に，実は検討すべきもう一つの重要なファクタである増幅率μが潜んでいます．

II．3定数とタマの選択

3結にした場合の3定数は，電極構造論から明確に計算で求まりますが，6CA7, 6GB8について求めたものがありましたので，**第2表**に示します(数字は，理解のため丸めてあります)．

4極管は進化の過程で内部抵抗Rpを参考として出しましたが，3結で一挙に還付されます．

Gmは，おおむね変りないといっ

最終的には，第4図，第5図のハイブリッドとした．1/2 12 AX 7にて1段増幅，12 AX 7のカソード結合位相反転回路とした．
Rnf＝19 kΩ：16 Ω端子より（左・右とも）・負荷は 8 Ω/1%/250 W Dale使用．リンギングは C/R：150 pF＋15 kΩ（左）で，高域まで押さえ込み．

0.1 H程度でも良いから，チョークを用いたπ型フィルタを奢るなどをお勧めします．ただ，当該チョークを手にとって見て，何でまた，こんな馬鹿みたいなものを買ってしまったのだろうと思いましたが，使って見て，納得です．

ある席で，3端子レギュレータとフェライトのトロイダルコアで著効を示すと伺い，体積で1/100‼と動揺も致しましたが…….

ヒータ電源は"銅腹巻をした"主トランスの巻腺を使用できればベスト．分離独立トランスを採用する場合は，漏洩磁束の誘導で始末の悪いものがあります（ました）から注意して下さい．

その他の事項

1．G2のドロッパーは2W型程度を使って下さい．予想外にアチチになっていて慌てることがあります．Ig2の分配を，普通は確認しないことが多く，念のためです．

2．陽極回路には20Ω程度を直列に入れて発振止め（要するに回路のQを落とすこと）としますが，並列にコイルを巻くのは理屈はあっても，数値が闇雲ですから止めています．マイクロインダクタと称し，μH台

〈第6図〉
5U4GB電源部

図は片チャネルを示す．12AX7ヒータ電源は一式に集約．
PT：ノグチPMC-283Mを使用．8VacはL，R2台のトランスの合作である．Po=>18WにはノグチPMC-264Mクラスが必要．

のモールドコイル部品が市販されていますが，オーデイオでの使用経験はありません．

G1はRgを低め（200 kΩ）に定め，直列抵抗も5〜10 kΩ程度を用い，負性抵抗などによる発振に対しても不安定にならないように手当てしておきます．

3．発熱源は**第3表**に示すように合計では，高い水準になります．2桁W以上の発熱源はあなどってはいけません．個々に認識した上で配置を始め，対策が必要です．とくに低能率を誇る？ 電力増幅段の発熱量は半端な値ではありませんので輻射，自然対流，伝導冷却につきバランスのとれた構造設計に工夫が必要です．

経験上，シャーシへの落し込みがベストですが，長い年月には蜘蛛の巣とか，虫の死骸の掃除がいります！ 落し込みにはサブシャーシの採用が，配線の容易さを含めて好適（必至）です．何しろ37 kgのアンプですから，抵抗1個の改造修復にクレーンを動員するわけには行きません（**写真3**）．

要点の一つは，シャーシからの放熱を積極的に促すことと，ボンネットにより，半分以上を遮る（ボンネットを再輻射させるラジエータに仕立てる）構造設計がよろしいように心得ています．

4．AC主電源用の回路部品には軽薄短小と集積が進んでおり，定番で採用です．ヒューズと，そのホルダー，ノイズ・フイルタなどが，適切なブレーカーや3本足コンセントに纏めたもの等あり，隠れたベストセラーだと聞きます．**第6図参照**．

最終的に決めた回路は，東芝の推奨回路2種，**第4図**と**第5図**のハイブリッドとも言うべき組み合わせと，**第6図**の電源回路になりましたが，ここから定数をかなり偏移させても（余裕だらけということなのでしょうか），大筋特性には変化なく，筆者の様な計算無精のカット＆トライ派には有り難い．

得られた性能（動作条件の決定）

（何時もの流儀で，測定データは一部しか添付しませんが，ご容赦下さい）

On-Off法で，DFを測定した結果は，いささか信じがたい数字となりましたが信じて下さい．

無負荷，全負荷での出力端子電圧比の実測値を**第4表**に示します．Referenceは（残念ながら何時もの）Maranz sm-5，自作機器2種です．

元来，出身がタマ屋なものですから，どうしても，タマ・オリエンテッドな製作記事になってしまいますが，タマ中心の設計資料や注意事項，ヒント等を得ていただければ，望外の喜びと思っております．

結局，問題は，Ebと陽極損失Ppをどのくらいで使おうかという事にもなるようです．タマの寿命は，タマにもよりますが，動作温度により大きく左右されます．6GB8とて，35W眼一杯の動作では，片焼けといって，陽極が部分的にホンノリと恥ずかしそうに赤くなるものがあります．

一概に不良品と決め付けるわけには行きませんが，不測のガス放出を起こし，破損に繋がる“暴走”に至ることがありますので，避けねばなりません．しかしながら，6GB8で経験したことはありません．

PpはIboでの値が支配的で，一般にAB1級動作では無励振時の陽極損失（Ppo）を危険なほどに上回ることにはならないと見てよい．Ppは（例によって）最大定格の10%引きくらいで動作させるとすれば，20Wアンプというのは，そう簡単なものではない事がわかります．

完成した本体に，テストベンチの外部（Eb）を繋いで可変とした実験の結果の一例を**第7図**に示しましたの

分なのに 10 W を子供扱い，果ては 50 W のアンプなどを作ってしまいます．今回，電源トランスを他に流用する緊急の都合が出ましたので，ワンランク下位のものに切り替え，最終的には，これで実用レベルのアンプにまとめましたところ，充分でした．

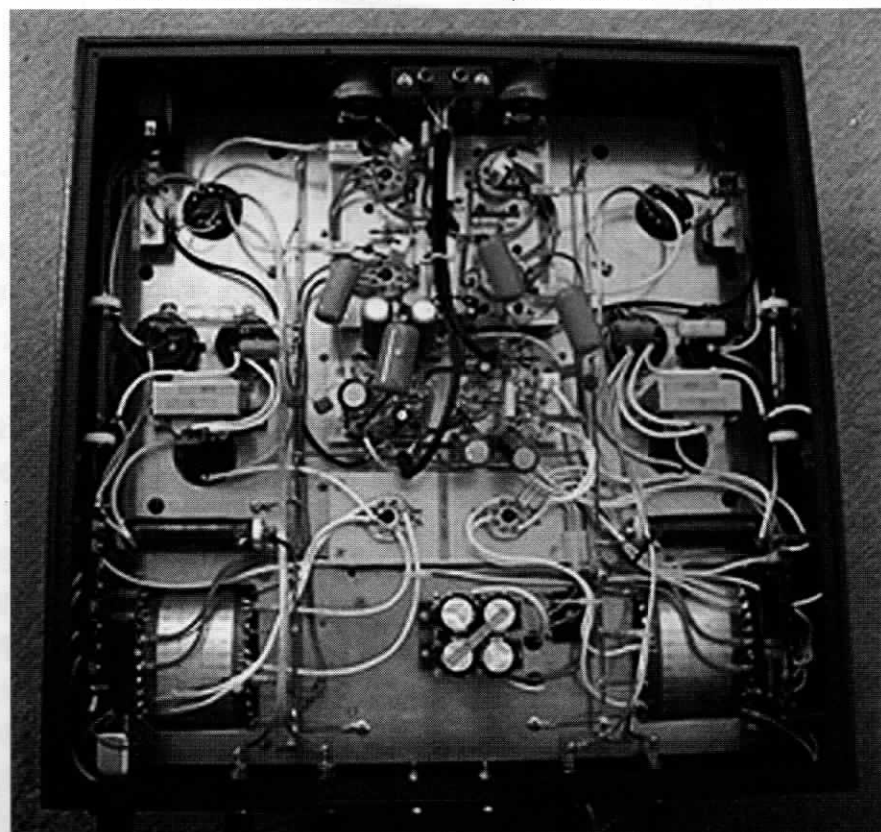
以下は最終測定結果です．

泰山鳴動，鼠一匹……か．

Eb＝320 Vdc
Ib＝180 mA（Rk＝100 Ω）
Po≒13 W（CL に近い）
Zp＝3.5 kΩ TANGO(FW-50-3.5)
KF＜0.1%（5 W レベル）
DF＞18（オンオフ法 1 W レベル）
S/N＞92 dB（前段 Ef・DC 点火）

・タマ：
東芝 6 GB 8 Hi-Fi 前期型
東芝 1/2・12 AX 7
（片 UNIT は全接地）
＋12AX7 すべて Hi-Fi 管
東芝 5 U 4 GB
（His，Hi-Fi はありません）

〈写真 3〉サブシャーシ群．左より 6 GB 8，12 AX 7，5 U 4 GB

・音源：マランツ SA-1
・スピーカ：TECHNICS
SB-M 1000
Direct Dynamic Drive 方式
帯域：25 Hz〜80 kHz（16 dB）
音圧：86 dB/W/m
Zp：6 Ω

〈写真 5〉6 GB 8 PP アンプのシャーシ内部を見る

これでも，なぜ 6 GB 8 か？ ですか？ ごもっともです．しかしながらです．東芝製の 50 年もので一揃いのオンパレードは壮観，寝かせたほうが良いのはウィスキーだけではなかったようです．

伸びと広がりのある低音領域，さわやかないやしに満ちたダンピング！ やっぱり 3 極管は良いなあという感慨一入です．

EUgen JochUm の Brμckner など“寝転んで”聞いているとまことに具合がよろしい．JBL で聞くと，音が前にシャシャリ出てくるので，良くなかったようです．

写真 4 が外観です（**タイトル**）．

S/N の最終対策，ハム退治を進めていくうちに，ゼロ・ハムポイントを発見して小躍りしました．シャーシ背（裏）面の**写真 5** をご覧下さい．探せばホントに存在するのですね．シャーシの中央というのが面白いです．